

Державний вищий навчальний заклад  
Донецький національний технічний університет  
Кафедра прикладної математики та інформатики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В.о. першого проректора

Леонід БАЧУРІН

» \_\_\_\_\_ 2022 р

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ДВП 4 (ВБ4). ПРОГРАМНА ПІДТРИМКА ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ  
ТА CLOUDY - ТЕХНОЛОГІЙ**

Рівень освіти: третій (освітньо-науковий)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки

Освітня програма Комп'ютерні науки

Мова навчання: українська

Робоча програма з дисципліни «Програмна підтримка паралельних обчислень та Cloudy-технологій» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки  
“01” вересня 2022 року. – 9 с.

Розробники: Н.О. Маслова,  
к.т.н., доц., доцент кафедри прикладної математики і інформатики

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри **прикладної математики та інформатики**  
Протокол № 8 від “ 01 ” вересня 2022 р.

В.о. завідувача кафедри **прикладної математики та інформатики**

(підпис)

(Маслова Н.О.)

(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією з галузі знань 12 « Інформаційні технології »  
Протокол № 5 від. “ 02 ” вересня 2022 р.

Голова

(підпис)

( Башков Є.О.)

(прізвище та ініціали)

## Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Вибіркова дисципліна	
Обсяг в кредитах ЄКТС	5	5
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	150	150
лекції:	32	10
практичні заняття:	16	4
лабораторні заняття:	-	-
семінари:	-	-
Індивідуальне завдання	+	+
самостійна робота:	102	136
Форма підсумкового контролю	Залік	
Дисципліну викладають	Викладачі Маслова Наталія Олександрівна, <a href="https://donntu.edu.ua/kitaer/pmi">https://donntu.edu.ua/kitaer/pmi</a> , <a href="mailto:nataliia.maslova@donntu.edu.ua">nataliia.maslova@donntu.edu.ua</a>	

**Передумови для вивчення дисципліни:** успішному вивченню дисципліни «Програмна підтримка паралельних обчислень та Cloudy - технологій» сприяє попереднє опанування такими дисциплінами, як «Методи та засоби розподілених даних та систем», «Сервіс-орієнтована архітектура інформаційних управляючих систем», «Дискретні структури і алгоритми», «Системний аналіз та моделювання систем».

## 2. Мета вивчення навчальної дисципліни «Програмна підтримка паралельних обчислень та Cloudy - технологій»

Дисципліна «Програмна підтримка паралельних обчислень та Cloudy- технологій» має на меті набуття здатності продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні науково-прикладні задачі та/або проблеми в галузі професійної й дослідницько-інноваційної діяльності у сфері комп'ютерних наук, опанування знаннями з паралельних обчислень, формування уявлення про моделі, методи і технології програмування для сучасних паралельних обчислювальних архітектур із загальною та розподіленою пам'яттю та застосуванню Cloudy – технологій як сучасного ресурсу розміщення, збереження, захисту та доступу до основних та проміжних даних. сприяння теоретичній підготовці аспіранта для вирішення завдань дисертаційних досліджень у галузі інформаційних технологій.

### Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

### Фахові компетентності

ФК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерних науках та дотичних до них міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей

ФК02. Здатність застосовувати сучасні методології, методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень у сфері комп'ютерних наук, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси у науковій та освітній діяльності.  
ФК04. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти

у галузі комп'ютерних наук та дотичні до неї міждисциплінарних проєктах, демонструвати лідерство під час їх реалізації

ФК06. Здатність аналізувати та оцінювати сучасний стан і тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

### **Програмні результати навчання:**

ПРН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерних науках та дотичних міждисциплінарних напрямках.

ПРН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

ПРН09. Вивчати, узагальнювати та впроваджувати в навчальний процес інновації комп'ютерних наук.

ПРН10. Відшуковувати, оцінювати та критично аналізувати інформацію щодо поточного стану та трендів розвитку, інструментів та методів досліджень, наукових та інноваційних проєктів з комп'ютерних наук.

### **3. Очікувані результати навчання**

Основними результатами опанування дисципліною «Програмна підтримка паралельних обчислень та Cloudy- технологій» є:

- забезпечення глибокого та творчого засвоєння аспірантами теоретичних знань та ключових понять і принципів організації паралельних обчислень, тенденцій розвитку паралельних архітектур, загальних методик розробки паралельних програм та основних понять Cloudy – технологій;
- розуміння факторів, що впливають на продуктивність, критеріїв вибору програмно-апаратної платформи для вирішення обчислювально-складних завдань заданого класу та засобів оцінки ефективності паралельних алгоритмів;
- опанування базовим набором засобів розробки паралельних програм для обчислювальних кластерів з використанням інтерфейсу MPI та паралельних архітектур із загальною пам'яттю;
- розуміння особливостей перенесення програмного забезпечення в хмару; загальних методів проектування з застосуванням Cloudy – технологій; принципів застосування хмарних обчислень при побудові систем безпеки.
- стимулювання аспірантів до інноваційної діяльності у галузі інформаційних технологій та розвиток творчих здібностей у напрямку застосування сучасних технологій;
- активізація творчого відношення до професійної діяльності та сприяння теоретичній підготовці аспіранта для вирішення завдань дисертаційних досліджень у галузі інформаційних технологій
- застосовування отриманих теоретичних знань на практиці та аналіз отриманих результатів.

### **Внаслідок вивчення курсу студенти повинні вміти:**

- розробляти та оцінювати ефективність паралельних алгоритмів для обчислювальних систем із розподіленою та загальною пам'яттю;
- конструювати програмне забезпечення із використанням інтерфейсу передачі повідомлень MPI;



- конструювати програмне забезпечення для паралельних обчислювальних систем із загальною пам'яттю на основі стандарту OpenMP;
- розробляти програмне забезпечення для високопродуктивних обчислень загального застосування на графічних процесорах за допомогою технології NVidia CUDA;
- аналізувати властивості хмарних сервісів, виконувати дослідження Cloudy – технологій, застосовувати критерії оцінки якості до хмарних сервісів та обирати відповідні до вимог спеціалізованих задач;
- застосовувати Cloudy – технології при проектуванні та розробці сучасного програмного забезпечення, організовувати сховища даних та бази знань на хмарних сервісах й розміщувати програмне забезпечення або його блоки на хмарі;
- забезпечувати захист інформації, програм та даних при їх розміщенні на хмарі та застосувати Cloudy – технології при побудові систем безпеки.

#### 4. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання при опануванні дисципліною «Програмна підтримка паралельних обчислень та Cloudy- технологій»:

- залік;
- індивідуальні завдання до виконання практичних робіт;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

#### 5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерії оцінювання мають формулювати порядок оцінювання під час поточного контролю (за результатами практичних занять, виконання індивідуальних завдань) та підсумкового контролю.

Поточний контроль для денної форми навчання					Максимальна сума балів
Пр 1	Пр 2	Пр 3	Пр 4	Пр 5	
20	20	20	20	20	100

Поточний контроль для заочної форми навчання				Максимальна сума балів
Пр 1	Пр 2	Пр 3	Пр 4	
25	25	25	25	100

Примітка: Пр1, Пр2 і т.д. практичні роботи

Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	
90-100	зараховано
74-89	
60-73	
0-59	не зараховано

#### 6. Програма навчальної дисципліни

##### 6.1. Основні теми дисципліни

**Тема 1.** Основи паралельних обчислень для систем з розподіленою пам'яттю. Технологія MPI: інтерфейс передачі повідомлень в розподілених комп'ютерних системах. Огляд MPI. Реалізації та стандарти MPI.

**Тема 2.** Загальні функції MPI. Структура MPI-програм. Прийом і передача повідомлень. Парні операції передачі повідомлень, режими передачі даних.

**Тема 3.** Колективна взаємодія процесів MPI.

**Тема 4.** Синхронізація процесів. Керування групами процесів та комунікаторами.

**Тема 5.** Довільні типи даних у MPI. Передача упакованих даних.

**Тема 6.** Віртуальні топології процесів: декартові та топології графа.

**Тема 7.** Програмна підтримка паралельних обчислень для комп'ютерних систем із загальною пам'яттю. Введення в технологію OpenMP. Основи програмування в середовищі OpenMP.

**Тема 8.** Модель даних в OpenMP. Розподілення роботи та синхронізація.

**Тема 9.** Основи хмарних технологій, базові вимоги до хмарних сервісів

**Тема 10.** Архітектурні особливості побудови «хмар»

**Тема 11.** Основні моделі розгортання хмар та сучасні тенденції їх розширення

**Тема 12.** Способи розгортання хмар та особливості їх експлуатації

**Тема 13.** Інструменти створення приватної хмари

**Тема 14.** Методики порівняння якості хмарних сервісів

**Тема 15.** Принципи захисту даних, розміщених на хмарах

**Тема 16.** Застосування хмарних технологій в системах обробки даних

## 6.2. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин, денна	Кількість годин, заочна
1	Практичне заняття 2. Розробка програмних MPI-додатків з використанням різних типів парних операцій.	4	1
2	Практичне заняття 3. Розробка програмних MPI-додатків з використанням колективних операцій.	4	1
3	Практичне заняття 4. Знайомство з технологією OpenMP. Установка й настройка середовища. Розробка найпростіших програмних додатків в середовищі.	4	
4	Практичне заняття 6. Обрання інструментарію та організація власного Cloudy- сховища	2	1
5	Практичне заняття 7. Розробка критеріїв оцінки хмарних сервісів та обчислення метрик	2	1
	<b>Усього годин:</b>	<b>16</b>	<b>4</b>

## 6.3. Теми лабораторних занять

Не передбачено навчальним планом

## 6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин, денна	Кількість годин, заочна
1	<b>Тема 1.</b> Огляд сучасних стандартів та реалізацій MPI (MPIH, MS MPI) та особливостей програмування в інтерфейсі.	20	18
2	<b>Тема 2.</b> Програмна підтримка парних та колективних комунікаційних операцій в MPI.	10	16
3	<b>Тема 3.</b> Програмна підтримка роботи з даними та комунікаторами в MPI. Реалізація топологічних рішень засобами MPI.	20	18
4	<b>Тема 7-8.</b> Розподілення роботи OpenMP: паралельні цикли, низькорівневе розподілення, паралельні секції та задачі, синхронізація.	16	16
5	<b>Тема 9-10.</b> Знайомство зі стандартами в галузі Cloudy	10	18

	технологій й особливостями організації робіт з їх створення		
6	<b>Тема 11-12.</b> Взаємозв'язок бізнес-цілей організації з моделями побудови та способами розгортання хмарних сервісів	20	16
7	<b>Тема 13-14.</b> Технології та інструменти залучення організацій до створення приватних сховищ	16	18
8	<b>Тема 15-16.</b> Системи спеціалізованої обробки даних з застосуванням віддалених сервісів	10	16
	<b>Усього годин:</b>	<b>102</b>	<b>136</b>

### 6.5. Індивідуальне завдання

Виконання індивідуального завдання не передбачено.

## 7. Література

### 7.1. Основна

1. Edward Mahon. *TRANSITIONING THE ENTERPRISE TO THE CLOUD: A Business Approach*. Cloudworks Publishing Company, Hudson Ohio. 171 p.
2. Michael J. Kavis *Architecting the Cloud: Design Decisions for Cloud Computing Service Models (SaaS, PaaS, and IaaS)*. ISBN: 978-1-118-61761-8, 2014. -224 pages
3. Вишневецька Хмарні технології. Навчальний посібник / В. П. Вишневецька ; МОНУ, НПУ ім. М. П. Драгоманова. – Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2017. – 160 с.
4. Коцовський В. М. Теорія паралельних обчислень: навчальний посібник. Ужгород: ПП «АУТДОР-Шарк», 2021. 188 с.
5. Паралельні та розподілені обчислення: навчальний посібник / Укладачі: Є. Ваврук, О. Лашко – Львів: Національний університет “Львівська політехніка”, 2007, 83 с.,
6. Семеренко, В. П. Технології паралельних обчислень : навчальний посібник / Семеренко В. П. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 104 с ,
7. Пецко В.І., Міца О.В. Грід-системи та технології хмарних обчислень: методичний посібник до вивчення курсу для студентів спеціальностей 121 ”Інженерія програмного забезпечення” та 122 “Комп’ютерні науки та інформаційні технології”. Методичний посібник. Ужгород. 2016 .- 50с

### 7.2. Допоміжна

1. Albert Zomaya *Parallel & distributed computing handbook*, McGraw-Hill, - 1996 , - P 1979
2. Grama A., Gupta A., Kumar V. Isoefficiency: Measuring the scalability of parallel algorithms and architectures // *IEEE Parallel and Distributed technology*, 1993. – P. 12-21.
3. Gillam, Lee. [Cloud Computing: Principles, Systems and Applications](#) / Nick Antonopoulos, Lee Gillam.—L.: [Springer](#), 2010. — 379 p. — (Computer Communications and Networks). — ISBN 9781849962407.
4. [SoCC '10: Proceedings of the 1st ACM symposium on Cloud computing](#) / Hellerstein, Joseph M. — N. Y.: [ACM](#), 2010. — ISBN 978-1-4503-0036-0
5. Жуков І.А., Корочкін О.В. Паралельні та розподілені обчислення. Навч. посіб. – К.: «Корнійчук», 2005. – 226 с.,

### 7.3. Методична

1. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Програмна підтримка паралельних обчислень та CLOUDY-технологій» для аспірантів галузі 12 Інформаційні технології всіх форм навчання/ [укл.: Н.О. Маслова, І.А. Назарова, О.Л. Половинка].– Покровськ : ДонНТУ, 2020 . – 70 с.
2. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Проектування та розробка оптимізуючих програмних систем для сучасних архітектур» для аспірантів

спеціальностей 121 Інженерія програмного забезпечення і 122 Комп'ютерні науки усіх форм навчання / [розр.: І.А. Назарова]. – Покровськ: ДонНТУ, 2020. – 57с.  
<http://89.185.3.253:9080/search.php>

## 8. Інформаційні ресурси

1. Альтернативна реалізація – MPICH. URL: <http://www.mpich.org/static/downloads/1.4.1p1/>
2. Документація MS MPI. URL: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473458\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473458(v=vs.85).aspx)
3. Документація стандарту MPI 1.1. URL: <http://parallel.ru/docs/mpi1.1/node182.html>
4. Документація OpenMP. URL: <http://www.openmp.org/specifications/>
5. Документація OpenMP. URL: <http://www.openmp.org/wp-content/uploads/openmp-4.5.pdf>
6. Завантажити MS-MPI та MS-MPI SDK (остання версія MS-MPI v8.1): . URL: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb524831.aspx>
7. Колективні операції MS MPI. URL: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473253\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473253(v=vs.85).aspx)
8. Матеріали групи IEEE за кластерними обчисленнями. URL: <http://www.ieeetfcc.org>
9. Можливі значення MPI\_Datatype. URL: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473290\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473290(v=vs.85).aspx)
10. Можливі значення MPI\_Comm. URL: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473254\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473254(v=vs.85).aspx)
11. Можливі значення MPI\_Op. URL: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473436\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473436(v=vs.85).aspx)
12. Операції, що визначаються користувачем. URL: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn520588\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn520588(v=vs.85).aspx)
13. Опції директиви Parallel. URL: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/68ah4xc7.aspx>
14. Паралельні та розподілені обчислення . URL: <http://www.edu.cassiopeia.com.ua/lib/nirksu.pdf>
15. Повна документація по MS MPI. URL: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473458\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473458(v=vs.85).aspx)
16. Приховані типи даних. URL: <https://www.opennet.ru/docs/RUS/mpi-1/node17.html>
17. Посилання на навчальні та інші матеріали по курсу MPI (документація, література, реалізації та ін.). URL: [http://parallel.ru/tech/tech\\_dev/mpi](http://parallel.ru/tech/tech_dev/mpi)
18. Похідні типи даних. URL: [https://www.opennet.ru/docs/RUS/linux\\_parallel/node153.html](https://www.opennet.ru/docs/RUS/linux_parallel/node153.html)
19. Структура MPI\_Status. URL: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473475\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473475(v=vs.85).aspx)
20. Функції MS MPI для реалізації передачі повідомлень між двома процесами («точка-точка»). URL: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473446\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473446(v=vs.85).aspx)
21. Функції MS MPI для роботи з типами даних. URL: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473291\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn473291(v=vs.85).aspx)
22. Хмарні технології, переваги та недоліки, [електронний ресурс], режим доступу <https://valtek.com.ua/ua/system-integration/it-infrastructure/clouds/cloud-technologies>
23. Що таке хмарні технології та як це працює? [електронний ресурс], режим доступу: <https://futurenow.com.ua/shho-take-hmarni-tehnologiyi-ta-yak-tse-pratsyuue/>
24. Як скомпілювати та запустити просту програму MS-MPI. URL: <https://blogs.technet.microsoft.com/windowshpc/2015/02/02/how-to-compile-and-run-a-simple-ms-mpi-program/>
25. Pragma directives for parallel processing. URL: [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SS2LWA\\_12.1.0/com.ibm.xlcpp121.bg.doc/compiler\\_ref/tuoptppp.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SS2LWA_12.1.0/com.ibm.xlcpp121.bg.doc/compiler_ref/tuoptppp.html)
26. 2022 State of the Cloud Report, URL: [https://library.cyentia.com/report/report\\_011429.html](https://library.cyentia.com/report/report_011429.html)